Aus der Orthopädischen Klinik der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. K.P. Schulitz

VOLUMENVERÄNDERUNG DES LENDENWIRBELKANALS UNTER PHYSIOLOGISCHEN BEDINGUNGEN UND BEI DER DISTRAKTIONSSPONDYLODESE NACH ZIELKE

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Peter Wehling

1984

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. K.P. Schulitz

VOLUMENVERÄNDERUNG DES LENDENWIRBELKANALS UNTER PHYSIOLOGISCHEN BEDINGUNGEN UND BEI DER DISTRAKTIONSSPONDYLODESE NACH ZIELKE

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Peter Wehling

1984

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. A. Hopf

Referent
gez.: Prof. Dr. K.P. Schulitz

Korreferent
gez.: Prof. Dr. M. Schirmer

für meinen Vater

Inhalt

		Seite
1.	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Anatomie des Lendenwirbelkanals	2
1.3	Wirbelkanalstenose	6
2.	Material und Methodik	11
2.1	Versuchsgut	11
2.2	Präparation und Versuchsanordnung	11
3.	Ergebnisse	18
3.1	Volumendifferenzmessungen des Wirbelkanals mit der Ballonmethode bei segmental-aufgegliederten Bewegungen von Präparat Nr. 1-6 (s.Abb. 14-20)	18
3.2	Volumendifferenzmessung des Wirbelkanals mit der Ballonmethode bei der Distraktionsspondylodese nach Zielke von Präparat Nr. 5 (s.Abb. 21-25)	23
3.3	Volumenmessungen von 4 cm langen Ausgußstücken des Lendenwirbelkanals bei Präparat Nr. 4-6 (s.Abb. 26)	28
4.	Diskussion	30
5.	Zusammenfassung	33
6.	Literaturverzeichnis	35

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Mit Hilfe dieser Arbeit soll versucht werden, über die Volumenverhältnisse im Lendenwirbelkanal unter besonderer Berücksichtigung der segmentalen Anteile bei verschiedenen Bewegungen eine Aussage zu ermöglichen.
Dieses Problem gewinnt Bedeutung bei den Beschwerden und der Therapie der Wirbelkanalstenose, auf die noch in einem späteren Kapitel eingegangen wird.
Folgende Problematiken seien allerdings hier schon einmal herausgestellt:

Warum nehmen Patienten mit Wirbelkanalstenose häufig Kyphosehaltung an?
Bringt das Hamburger(René)- Flektionskorsett tatsächlich einen meßbaren Volumengewinn und damit Schmerzfreiheit?
Welchen Effekt hat die Distraktionsspondylodese nach Zielke auf das Wirbelkanalvolumen?
Genügt es, die Distraktion in einem kürzeren Wirbelsäulenabschnitt auszuführen?

Diese Arbeit will solchen Fragen nachgehen und versuchen, Antworten darauf zu finden.

1.2 Anatomie des Lendenwirbelkanals

Der Wirbelkanal wird nach vorne durch die Wirbelkörper und durch die Zwischenwirbelscheiben, nach hinten durch die Wirbelbögen und die zwischen den Wirbelbögen ziehenden ligamenta flava begrenzt. Die Wirbelkörper sind auf der dorsalen Seite von dem ligamentum longitudinale posterior überzogen. Seitlich wird der Wirbelkanal von den recessus laterales begrenzt. Durch diese ziehen die Spinalnerven zu den foramina intervertebralia.

Ventral des recessus liegen Wirbelkörper und Bandscheibe. Die seitliche Wand des recessus wird vom medialen Teil der Bogenwurzel gebildet (BENINI 1977).

Der Lendenwirbelkanal bildet einen optimalen Schutz für das Nervengewebe vor äußeren Verletzungen und schafft sich durch die Elastizität seines Bindegewebes (vor allem cavum epidurale) eine glatte Oberfläche bei verschiedenen Bewegungen (s.Abb.1).

Die Gelenkflächen der Facetten stehen sagittal zueinander, wobei die obere Gelenkfläche konkave, die untere dagegen konvexe Form annimmt.
Das Bewegungssegment L_5-S_1 weist bei Flektion, Extension und Rotation die höchste Beweglichkeit, bei Seitneigung die niedrigste im Lumbalbereich auf (WHITE und PANJABI 1978).

Der Wirbelkanalquerschnitt im cranialen Anteil (L_1) besitzt ovale Form, der sich nach caudal (L_5) zu einem Dreieck wandelt.

Im Lendenwirbelkanal befinden sich conus terminalis und cauda equina, die von pia mater, arachnoidea und dura mater umgeben sind.

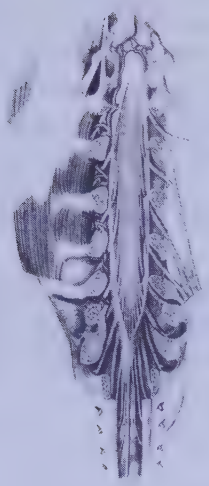


Abb.1: Wirbelkanal von dorsal eröffnet
(aus: HAFFERL 1969)

	Mittelwerte (a.p.)		
	Huizinga	Eisenstein	Domisse
L_1	18	18	16,3
L_2	17	17	15,4
L_3	16,3	16,5	14,9
L_4	16	16	15
L_5	16,9	18	15,8

Tabelle 1: Wirbelkanaldurchmesser in mm

UNIV. LEIDEN ZOOL.

Der Zwischenraum von dura und periost wird als cavum epidurale bezeichnet, welcher dorsal besonders viel Raum bietet und von fettreichem Bindegewebe und zahlreichen Venen ausgefüllt wird. Besonders die Fettstruktur bietet dem Nervengewebe bei Bewegung viel Raum, indem sie in die foramina intervertebralia zurückgleiten kann und damit eine Ischämie des Rückenmarks verhindert.

Zwischen pia mater und arachnoidea erstreckt sich das cavum subarachnoidale, das von zahlreichen Bindegewebssträngen und liquor cerebrospinalis ausgefüllt wird und ebenfalls eine Schutzfunktion für das Nervengewebe vor Wirbelsäulenbewegungen und Erschütterungen darstellt.

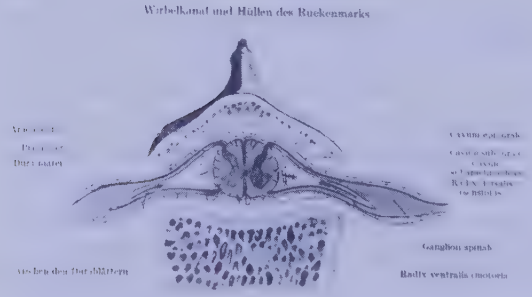


Abb.2: Wirbelkanal im Horizontalschnitt
(aus: HAFFERL 1969)

Radix ventralis und dorsalis des Spinalnervens durchqueren getrennt nach sensiblem und motorischem Teil das cavum subarachnoidale, durchstoßen den Durasack und verlassen den Kanal durch das foramen intervertebrale, aus dem sie als gemischter Spinalnerv hervorgehen.
Da das Rückenmark eine langsamere Wachstumsgeschwindigkeit als die Wirbelsäule hat, wird der lumbale Anteil mit Ausnahme des conus terminalis von schräg herablaufenden radices ventrales und dorsales gebildet.

Bezüglich der Lage des Ganglions stellt L_5 wiederum eine Besonderheit dar; hier liegt das Ganglion direkt vor der Einmündung in das foramen intervertebrale, während bei allen anderen Lumbalnerven der Zusammenschluß im foramen stattfindet (TÖNDURY 1970).

Form und Größe des Lendenwirbelkanals variieren nach Alter, Geschlecht und Rasse (HUIZINGA 1952, EISENSTEIN 1977, PORTER 1980).
Frauen besitzen durchschnittlich einen größerlumigen Spinalkanal, da diese durch die schwangerschaftsbedingte Erschlaffung ihres Bandapparates der Gefahr der Spinaleinengung durch Wirbelkörperbewegung ausgesetzt sind.
Eisenstein untersuchte an großen Kollektiven in Südafrika die Größe des Wirbelkanals unterschiedlicher Rassen. Dabei zeigten sich bei den Sotho- und Zulunegroiden durchschnittlich kleinere Wirbelkanalvolumina als bei der kaukasoiden Rasse.

1.3 Wirbelkanalstenose

Nach Durchsicht der Literatur erweist sich eine Definition der Wirbelkanalstenose als schwierig.Im besonderen sei hier auf den Aufsatz von Verbiest (1976) hingewiesen, der auf die Uneinheitlichkeit des klinischen Sprachgebrauchs verweist.

Schröder (1982) beschreibt die Wirbelkanalstenose als "ein Mißverhältnis zwischen dem Lumen des Spinalkanals und der in ihm gelegenen neuralen Strukturen."
Naylor (1979) definiert die Spinalstenose als Defizit in der Größe des lumbosacralen Kanals unter Ausschluß der statischen und dynamischen Effekte von Weichteilveränderungen im Kanal oder der Bandscheiben.

Verbiest (1976) schlägt vor, mit dem Begriff Stenose gleichzeitig die Struktur anzugeben, von der diese ausgeht. Weiterhin unterscheidet er zwischen einer absoluten und einer relativen Stenose.
Bei der absoluten Stenose liegt der a.p. Durchmesser unter 10 mm, so daß eine Kompressionssymptomatik ohne pathologische Veränderungen der Wirbelgelenke oder Bandscheiben eintritt.
Die relative Stenose dagegen kann als prädisponierender Zustand zur Kompression aufgefaßt werden (a.p. Durchmesser 10-12 mm), bei der immer noch zusätzliche Veränderungen seitens der Wirbelgelenke oder Zwischenwirbelscheiben auftreten müssen.

Die Wirbelkanalstenose muß als typische Männererkrankung angesehen werden (PAINE 1976, ROBERSON 1973).

Das Altersmaximum der Spinalkanalstenose liegt zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr (SCHATZKER 1976), andere Autoren geben das 50. bis 60. Lebensjahr an (SCHRÖDER 1982).

Wilson (1977) sieht zwei Möglichkeiten der Schmerzentstehung bei Wirbelkanalstenose:

1. Arterielle Ischämie der Nerven
2. Kompression der neuralen Strukturen im Wirbelkanal.

Eine genaue ätiologische Klassifizierung zeigt nach Durchsicht der Literatur die gleichen Probleme wie ihre Definition.

Im folgenden wird eine Tabelle aus der zur Verfügung stehenden anglo-amerikanischen und deutschsprachigen Literatur in alphabetischer Ordnung zusammengestellt, wobei eine Einteilung in kongenitale, erworbene und vermischte Formen unterlassen wird.

Achondroplasie (Donath,Vogl 1925)
Bandscheibenvorfall(Verbiest 1976,Ehni 1975)
Flavumverdickung (Towne,Spurling 1937,Verbiest 1954,...)
Hyperlordose (Nelson 1973)
Iatrogen (Ehni 1969)
Idiopathische Genese (Verbiest 1955,Walker 1977)
Morbus Paget (Hartman u.Don 1966)
Osteoarthritis (Bailey 1911,Parker u.Adson 1925)
Postoperativ (Watanabe u.Akohoshi 1977)
Posttraumatisch (Verbiest 1976,Kirkaldy-Willis 1974)
Pseudorezidiv (Benini 1977)
Skoliose (")
Spina Bifida (Sarpyener 1945 u.1947)
Spondylarthrose u.Spondylose (Benini 1977,Wilson 1969,..)
Spondylolisthesis (Schatzker1968,Newman 1970,Cauchoix)
Verschmälerung der Bandscheibe (Benini 1977)
Wirbelkanalmißbildungen (Walker 1977)

Abb.3: Ursachen der Wirbelkanalstenose

Das klinische Erscheinungsbild der Spinalkanalstenos ist äußerst vielfältig. Wichtige Symptome sind Lumbalischialgien, Kraftlosigkeit in den Beinen und Sensibilitätsausfälle.

Eine wichtige Differentialdiagnose stellt die vasculäre Claudicatio dar, bei der allerdings die Schmerzen nicht positionsabhängig, sondern eindeutig leistungsabhängig sind. Patienten mit Wirbelkanalstenose versuchen kyphotische Schonhaltung im lumbalen Bereich anzunehmen.
Im experimentellen Teil wird dafür die Begründung gegeben. Aus gleichem Grunde kann bei Fahrradergometerbelastung im Gegensatz zur vasculären Form in Kyphosierung die Symptomatik verschwinden.

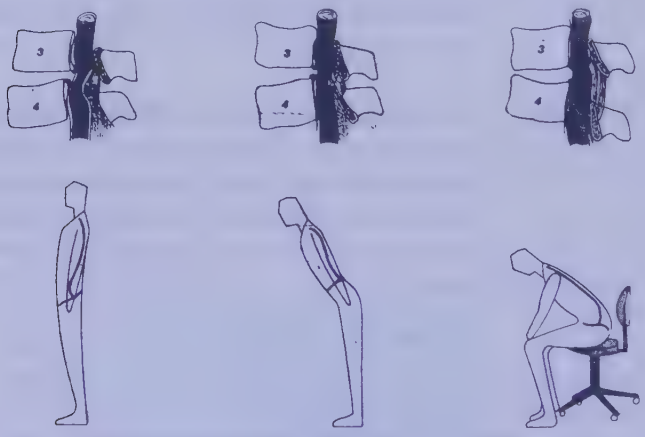


Abb. 1 b Die Lordosierung führt zur Zunahme der Stenose, bei Rumpfbeuge Lumenzunahme des Spinalrohres (6)

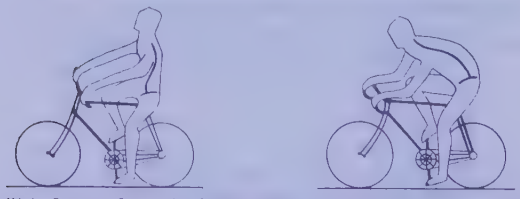


Abb. 1 c Belastung des Patienten auf dem Fahrradergometer führt bei Lordosierung zur neurogenen Claudicatio. Bei Belastung des Patienten in Kyphosestellung läßt sich nur beim Vorliegen einer arteriellen Durchblutungsstörung das Beschwerdebild einer arteriellen Claudicatio intermittens auslösen. Der Patient mit neurogener Claudicatio bleibt bei Fahrradergometerbelastung in Kyphosestellung beschwerdefrei.

Abb.4: aus: Zeitschrift für Orthopädie 120 (SCHRÖDER 1982)

Herausragende Bedeutung bei der Diagnose haben neben klinischem Befund Myelographie und Computertomographie, da sich bei diesen Methoden sowohl Knochenveränderungen als auch pathologische Weichteilveränderungen am besten nachweisen lassen(POST 1978).

Grundsätzlich gibt es zwei therapeutische Vorgehensmöglichkeiten. Man therapiert konservativ oder man entschließt sich zum operativen Vorgehen.

1) Konservativ: Nach Kirkaldy-Willis (1974) gibt es folgende Möglichkeiten:
   - Streckübungen
   - Wärme- oder Kältebehandlung
   - Massagen
   - Stützbandagen

Im Rahmen dieser Arbeit soll besonders auf das Hamburger Flektionskorsett hingewiesen werden. Durch Anlegen dieses Korsetts wird der Patient gezwungen, permanente Flektionshaltung im lumbalen Bereich anzunehmen (s.Abb.5).

Abb.5: Hamburger Flektionskorsett

2) Operativ: Als häufige Methode wird die Laminektomie angewendet. Ziel dieser Behandlung ist,durch Bogen- und partielle Facettenentfernung eine ossäre Dekompression der nervalen Strukturen zu erreichen.

Eine weitere im Rahmen dieser Arbeit interessierende therapeutische Möglichkeit ist die Distraktions-spondylodese nach Zielke, bei der durch Distraktion benachbarter Wirbelsäulenabschnitte eine Entlastung der Nervenwurzeln verursacht wird.

2. Material und Methodik

2.1 Versuchsgut

Sämtliche 6 untersuchten Präparate stammen aus dem gerichtsmedizinischen Institut der Universität Düsseldorf.

Die Lendenwirbelsäulen einschließlich des Kreuzbeines und eines ca. 5 cm breiten Saumes des Darmbeins wurden Menschen entnommen, die kurz zuvor verstorben waren und keine Verletzungen in dieser Region hatten.

Bei 4 Präparaten lag das Lebensalter zwischen 28 und 52 Jahren, bei 2 Präparaten war das Alter nicht bekannt; 3 Wirbelsäulen waren dem männlichen, 3 dem weiblichen Geschlecht zuzuordnen.

2.2 Präparation und Versuchsanordnung

Das Untersuchungsmaterial wurde der Leiche nach Freigabe bzw. Obduktion in Bauchlage entnommen. Die Wirbelsäule wurde dann cranial zwischen Th_{12} und L_1 und caudal etwa 5 cm lateral des Darmbein-Kreuzbeingelenkes abgetrennt.

Nach Entnahme wurde zunächst die foramina intervertebralia dargestellt. Im weiteren wurde von cranial beginnend der Durasack einschließlich Nervenwurzeln von dem umliegenden Gewebe gelöst und durch die entsprechenden foramina entfernt, wobei der Wirbelkanal knöchern und bindegewebig erhalten blieb.

In der Kreuzbeinregion wurden drei Löcher gebohrt, durch welche 10 cm lange Schrauben gesteckt wurden. Die Wirbelsäule wurde auf ein eigens konstruiertes Wirbelsäulenstativ montiert und mit Flügelmuttern fest verschraubt (s.Abb.7-10).

Dann wurde von cranial her ein mit Wasser gefüllter Gummiballon mit Hilfe eines Plastikstabes in den Wirbelkanal eingeführt, bis er am caudalen Ende des Wirbelkanals zum Liegen kam.

Richtiger Sitz und prinzipielle Durchführbarkeit dieser Ballonmethode wurden in der röntgenologischen Abteilung der orthopädischen Klinik mit Hilfe einer Kontrastmittelfüllung des Ballons dargestellt (s.Abb.6).

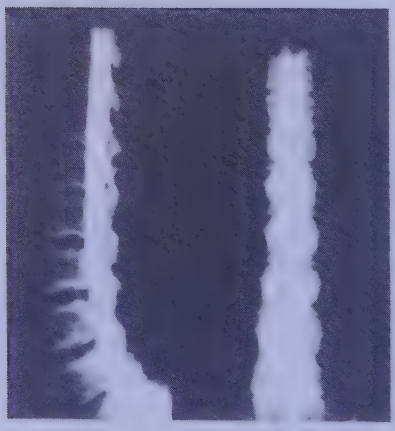


Abb.6: Wirbelsäule mit kontrastmittelgefülltem Ballon in 2 Ebenen, ausgeführt an Wirbelsäule Nr. 1

Im folgenden wurden die Wirbelkörper L_1-L_5 in transversaler Richtung mit 30 cm langen Nägeln gespickt; der Ballon wurde durch einen Plastikschlauch mit einer Meßskala verbunden und das System wurde mit Wasser angefüllt, wobei die Meßskala mit ihrem unteren Rand 30 cm über das obere Ende der Wirbelsäule an einem Stativ fixiert wurde.

Mittels Kraftfedern wurden folgende standardisierten Bewegungen unter Beobachtung der Wassersäule durchgeführt:

- Kyphosierung (15Kp)
- Lordosierung (15Kp)
- Seitneigung (manuell)
- Rotation (manuell)

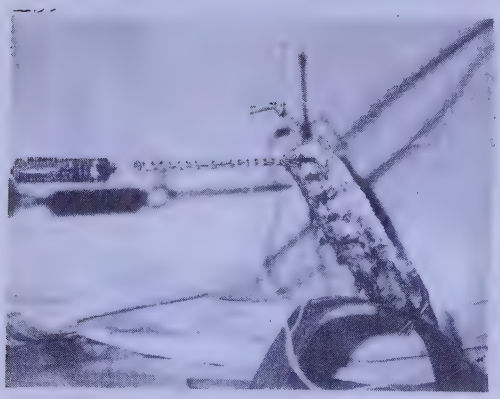


Abb.7: Kyphosierung der Lendenwirbelsäule mit einer Kraft von 15 Kp

Abb.8: Lordosierung der Lendenwirbelsäule mit einer Kraft von 15 Kp

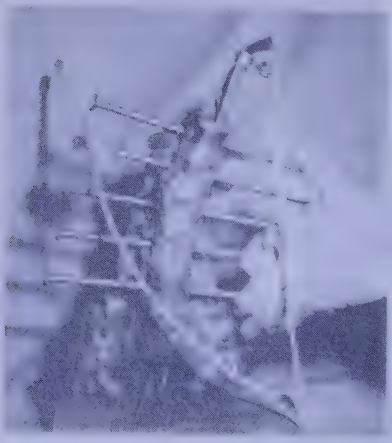


Abb.9: Seitneigung der Lendenwirbelsäule

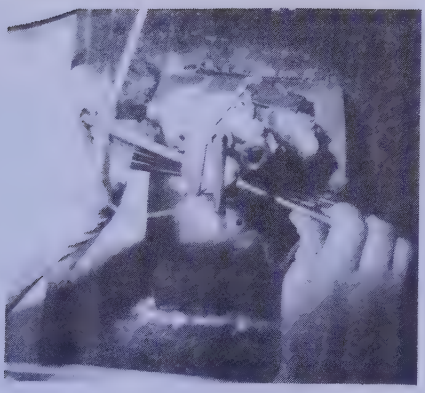


Abb.10: Rotation der Lendenwirbelsäule

Im weiteren Verlauf des Versuchs wurde bei Wirbelsäulenpräparat Nr. 5 die Distraktionsspondylodese nach Zielke durchgeführt und die Volumenveränderung im Wirbelkanal gemessen.

Jeweils eine Schraube wurde in Höhe der Darmbein-Kreuzbeinfuge durch den Knochen getrieben, die mittels eines Verbindungsstückes medial zusammengefügt wurden.
Dort und weiter oben unterhalb der Wirbelbögen wurden Metallschuhe eingehangen, die mit Hilfe von Harrington-Stäben auseinandergepreßt wurden und so eine Kyphosierung der Wirbelsäule bewirkten (s.Abb. 11).
Der Ablauf und die Verspannung dieser Konstruktion wurden so durchgeführt, wie sie üblicherweise auch im OP-Saal der orthopädischen Klinik ablaufen.

Abb.11: Distraktionsspondylodese nach Zielke mit Meßapparatur

Nach Abschluß der Versuche wurden die Wirbelsäulen Nr. 4,5 und 6 in Neutralposition tiefgefroren und in 4 cm hohe Scheiben, gerechnet von der Oberkante des Wirbelkörpers L_1, gesägt.
Die so erhaltenen Wirbelkanalstücke wurden mit einer gummiartigen Masse ausgefüllt und nach Abtrocknung und Kühlung aus dem Wirbelkanal entfernt. Diese Wirbelkanalabdrücke wurden in einem mit Wasser gefüllten geeichten Behälter volumenmäßig ausgemessen (s.Abb. 12 und 13).

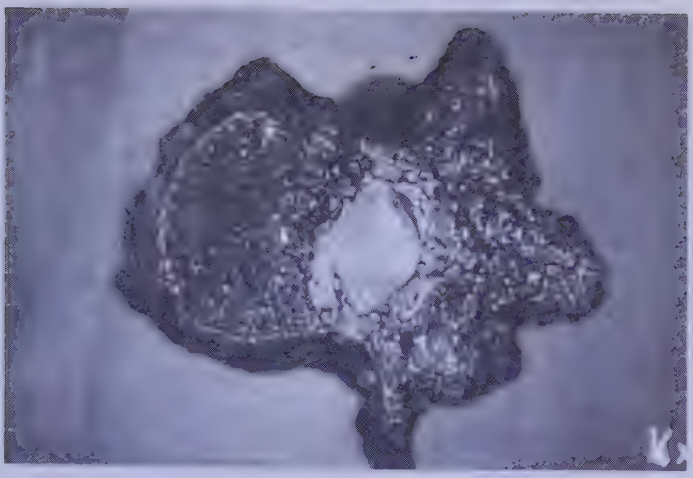


Abb.12: 4 cm hoher Wirbelsäulenschnitt mit ausgegossenem Wirbelkanal in Höhe L_1

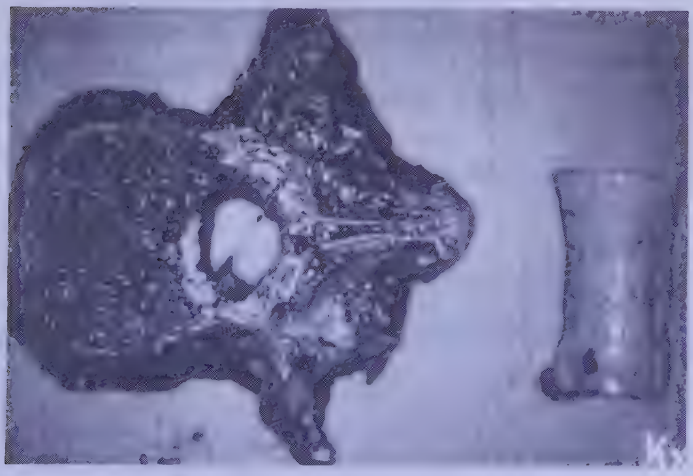


Abb.13: Gleiche Wirbelsäule wie oben mit entferntem Ausgußpräparat

3. Ergebnisse

3.1 Volumendifferenzmessungen des Wirbelkanals mit der Ballonmethode bei segmental-aufgegliederten Bewegungen von Präparat Nr. 1-6 (s.Abb. 14-20)

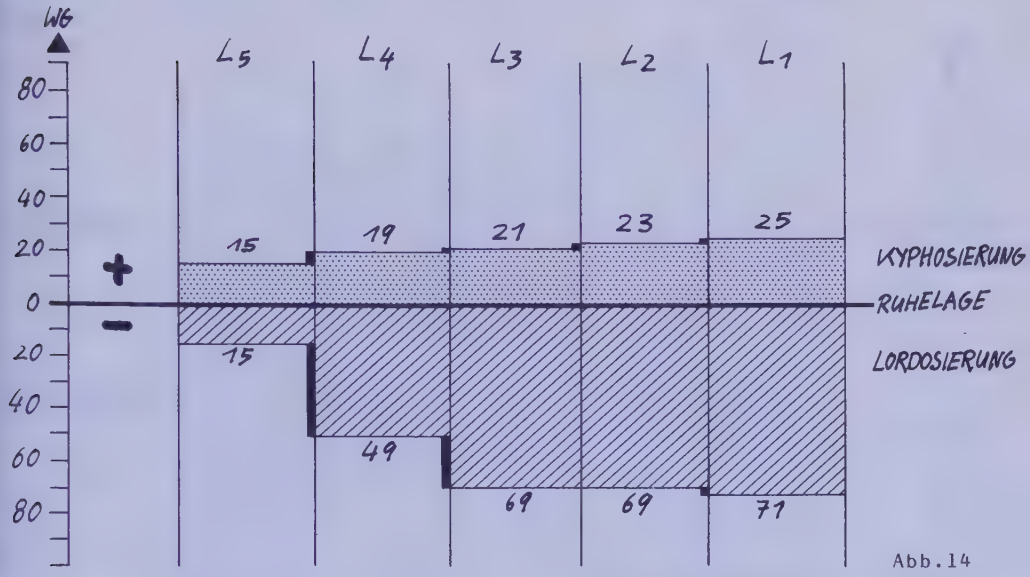
Kyphosierung bewirkte bei allen 6 untersuchten Präparaten einen Volumenzuwachs, wobei dieser ebenfalls bei allen Wirbelsäulen seinen stärksten Anteil aus dem Bewegungssegment L_5-S_1 bezog. Dann nahmen zu den höheren Segmenten hin die Volumengewinne kontinuierlich ab (s. Durchschnittswertetabelle Abb. 20).

Bei Lordosierung nahm bei allen Wirbelsäulen das Volumen ab.
Außer bei Präparat Nr. 1 kamen wiederum die stärksten Anteile aus dem Bewegungssegment L_5-S_1.

Insgesamt zeigt sich bei Lordosierung eine grobspiegelbildliche Umkehrung der Kyphosierungseffekte, allerdings sind je nach Präparat mal die Ausschläge bei Kyphosierung (Präp.Nr. 5), mal bei Lordosierung (Präp.Nr. 1 und 4) größer, mal sind sie etwa gleich groß (Präp.Nr. 2,3 und 6).

Rotation und Seitneigung hatten keinen volumenverändernden Effekt im Meßsystem.

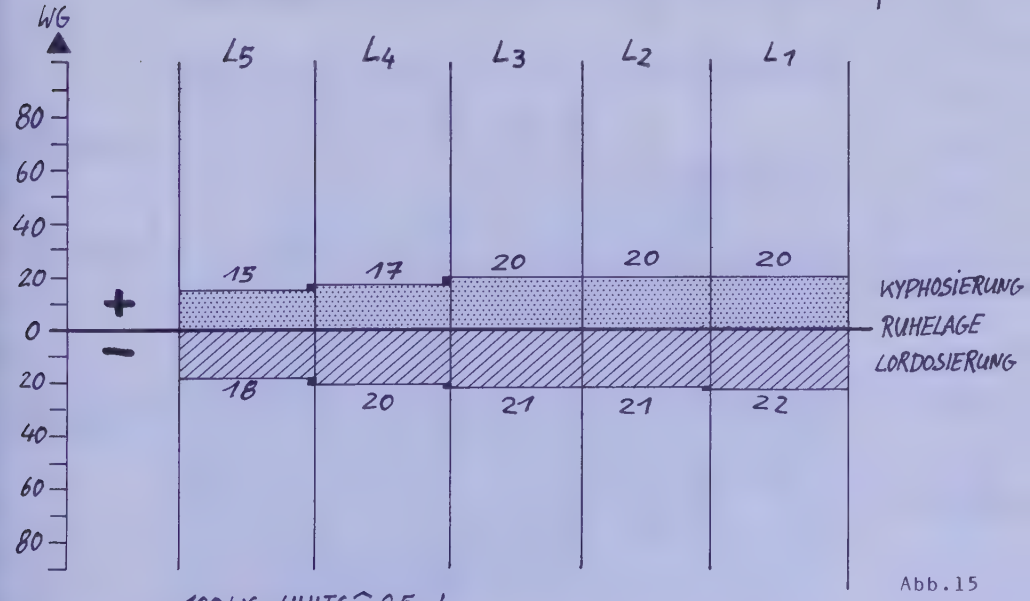
WIRBELKANALVERMESSUNG NR. 1 (ALTER 44 JAHRE ♀)



100 WG-UNITS ≙ 0,5ml

Abb. 14

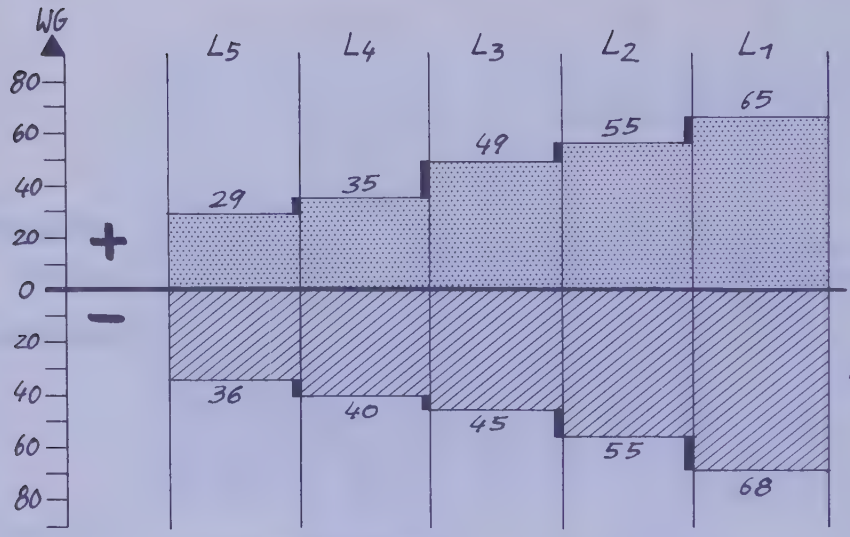
WIRBELKANALVERMESSUNG NR. 2 (ALTER UNBEKANNT ♀)



100 WG-UNITS ≙ 0,5ml

Abb. 15

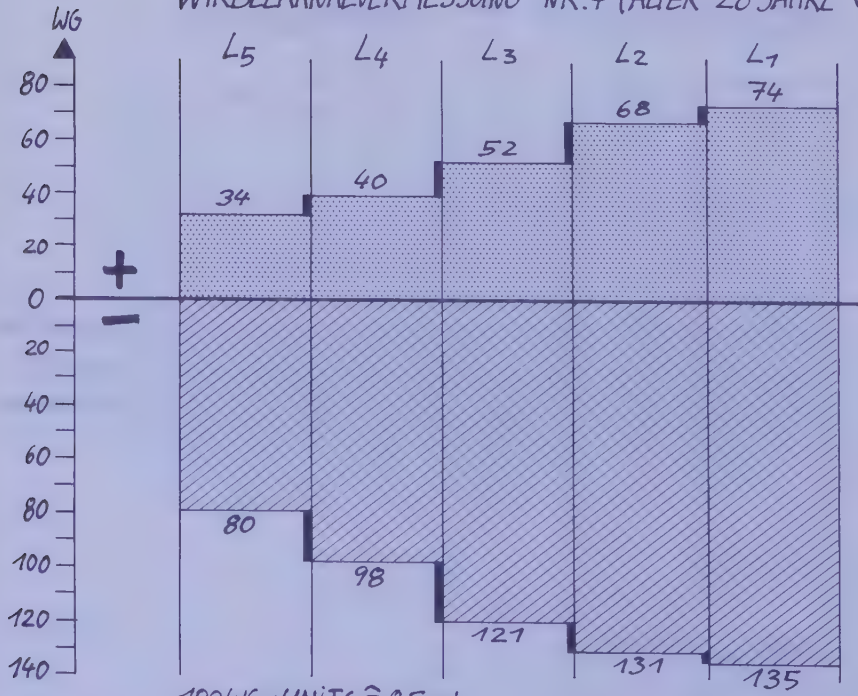
WIRBELKANALVERMESSUNG NR.3 (ALTER 52 JAHRE ♂)



100 WG-UNITS ≙ 0,5 ml

Abb.16

WIRBELKANALVERMESSUNG NR.4 (ALTER 28 JAHRE ♂)



100 WG-UNITS ≙ 0,5 ml

Abb.17

WIRBELKANALVERMESSUNG NR.5 (ALTER 33 JAHRE ♀)

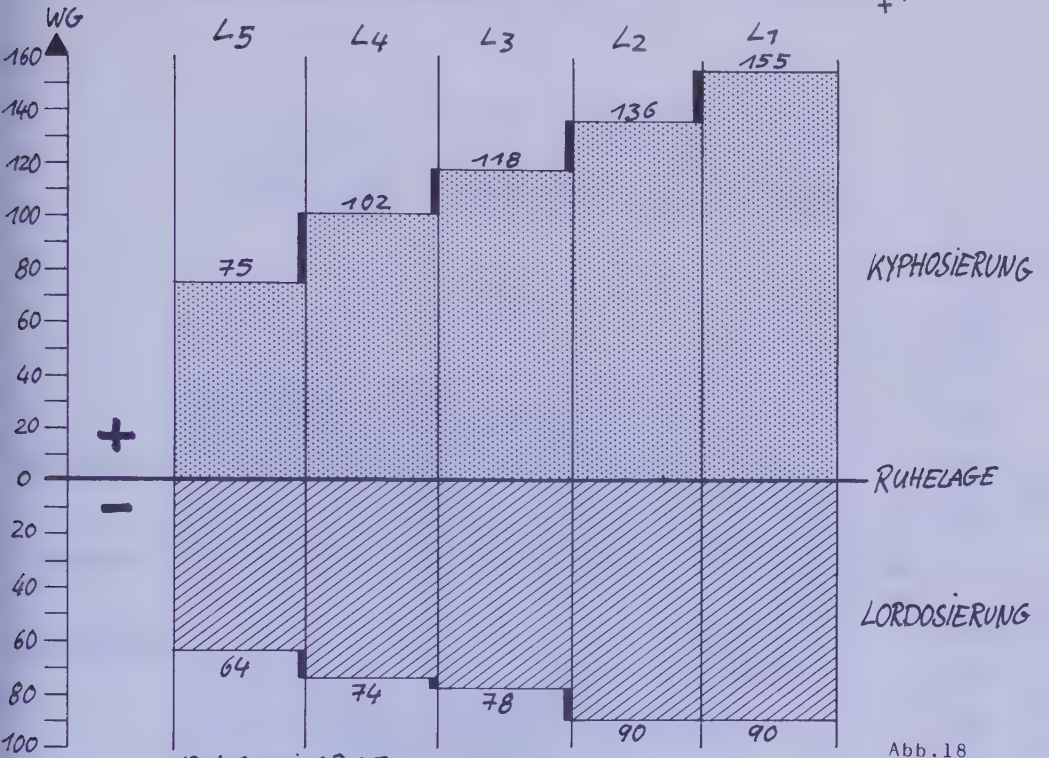


Abb.18

WIRBELKANALVERMESSUNG NR.6 (ALTER UNBEKANNT ♂)

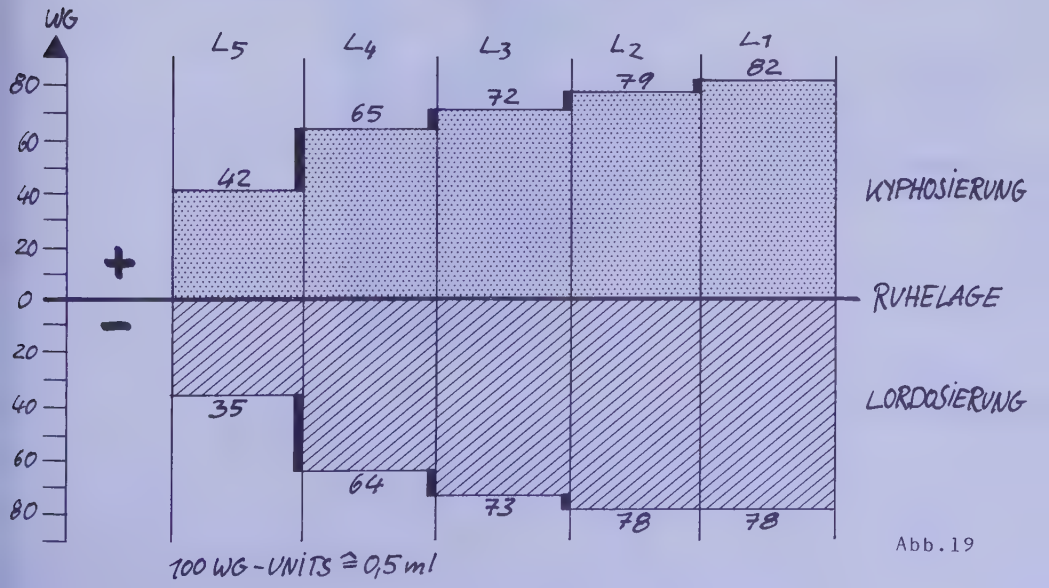


Abb.19

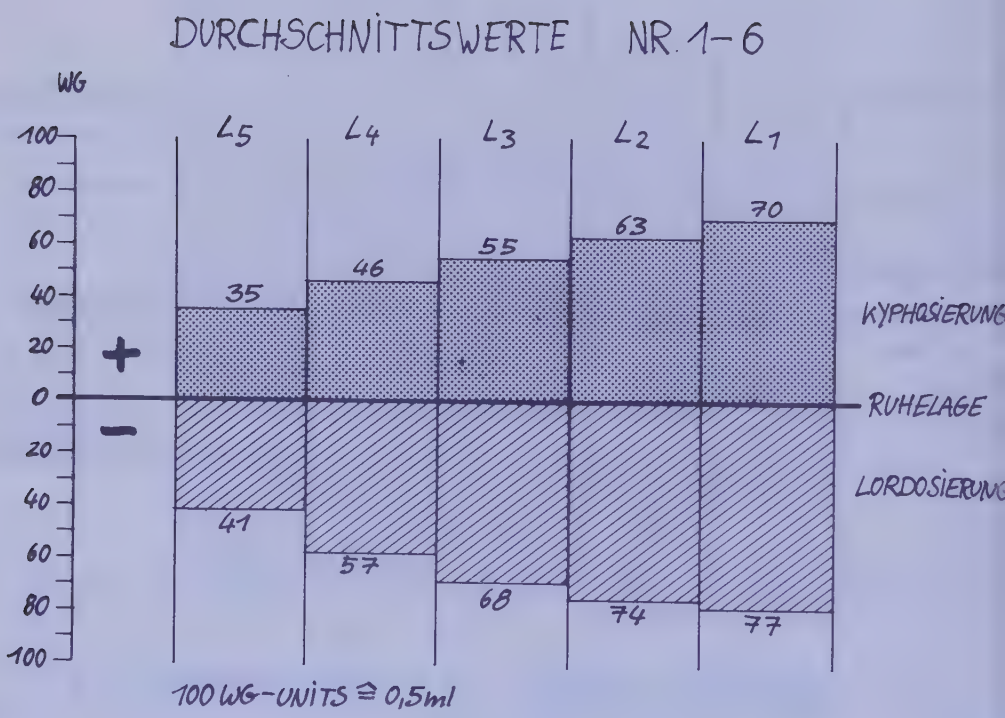


Abb.20:
Durchschnittswerte der Wirbelkanal-volumenveränderungen bei segmental-aufgegliederten Bewegungen von 6 Lendenwirbelsäulen

3.2 Volumendifferenzmessung des Wirbelkanals mit der Ballonmethode bei der Distraktionsspondylodese nach Zielke von Präparat Nr. 5
(s.Abb. 21-25)

Die Distraktion bewirkte einen Volumengewinn des Wirbelkanals.
Hierbei kommt der stärkste volumenfördernde Effekt wiederum aus dem Segment L_5-S_1, wobei die Hälfte der Gesamtvolumendifferenz aus dem Segment L_5-S_1 herrührt und die andere Hälfte sich aus den restlichen 4 Segmenten zusammensetzt.

Im folgenden werden die Distraktionsabschnitte noch-einmal photographisch dargestellt und abschließend in einem Diagramm aufgelistet.

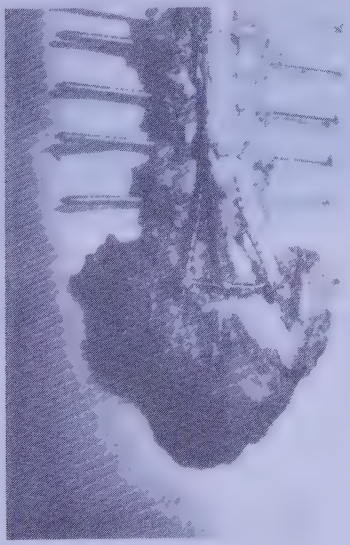


Abb.21: Distraktionsspondylodese nach Zielke - Distraktion im Segment L_5-S_1 bewirkte einen Volumenzuwachs von 45WG/U $\hat{=}$ 0,23 ml

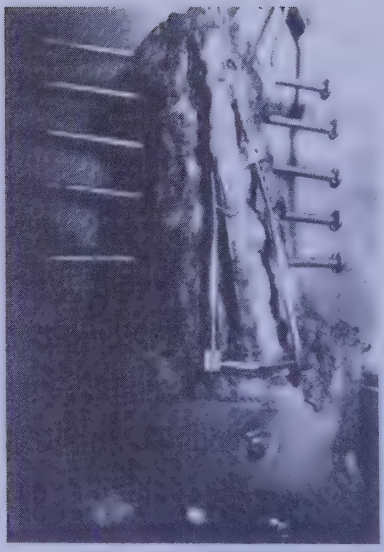


Abb.22: Distraktion im Segment L_4-S_1 bewirkte einen Volumenzuwachs von 60 WG/U ≙ 0,3 ml

Abb.23: Distraktion im Segment L_3-S_1 bewirkte einen Volumenzuwachs von 75 WG/U ≙ 0,38 ml

Abb.24: Distraktion im Segment L_2-S_1 bewirkte einen Volumenzuwachs von 95 WG/U ≙ 0,48 ml

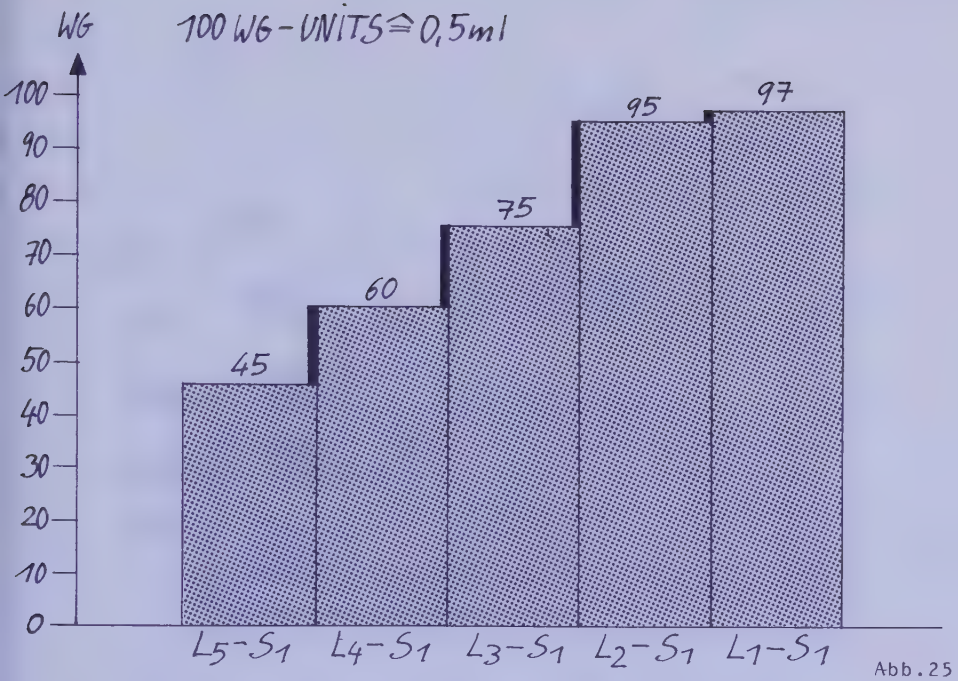


Abb. 25

ABB: VOLUMENGEWINNE UNTERTEILT NACH SEGMENTEN BEI DER DISTRAKTIONSSPONDYLODESE (nach Zielke)

3.3 Volumenmessungen von 4 cm langen Ausgußstücken des Lendenwirbelkanals bei Präparat Nr. 4-6 (s.Abb. 26)

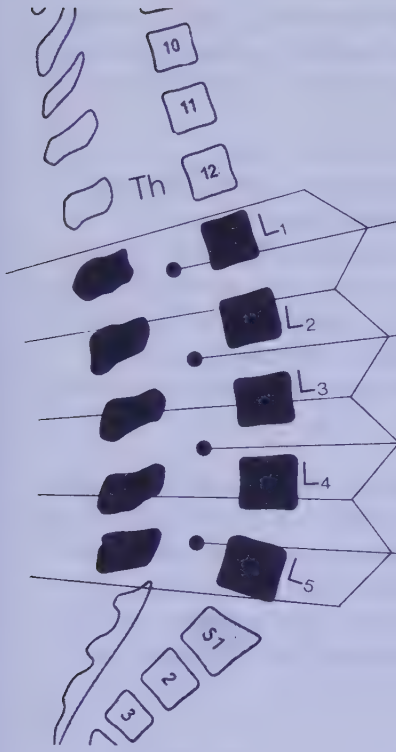
In diesem Versuchsteil wurden die Lendenwirbelsäulen von cranial beginnend in 4 jeweils 4 cm lange Stücke geschnitten und die entsprechenden Ausgußstücke volumenmäßig dargestellt.

So konnte eine annähernd gleichmäßige Volumenverteilung im obersten Viertel der Lendenwirbelsäule an den Präparaten Nr. 4-6 gefunden werden (10,0 ml; 10,5 ml; 10,1 ml).

Zu den unteren Vierteln der Lendenwirbelsäule hin variieren die Volumenwerte dieser Wirbelsäulen immer stärker und finden ihre größte Streuung am Übergang zum Kreuzbein (7,9 ml; 11,5 ml; 10,0 ml).

Wirbelsäule Nr. 5 zeigte das größte Gesamtvolumen (42,0 ml), wobei zu überlegen ist, ob hier eine geschlechtsspezifische Disposition vorliegen könnte, da diese Wirbelsäule im Gegensatz zu den beiden anderen dem weiblichen Geschlecht zuzuordnen war.

Wirbelkanal Abgüsse (in ml)



	Einzelergebnisse ♂	♀	♂	Durchschnittswerte
Nr.	4	5	6	
	10,0	10,5	10,1	10,2
	8,4	10,0	9,8	9,4
	8,2	10,0	10,4	9,5
	7,9	11,5	10,0	9,8
	34,5	42,0	39,8	38,9 Ges.

Abb.26:
Ergebnisse der Volumenmessung von 4 x 4 cm langen Ausgußstücken des Lendenwirbelkanals bei Präparat Nr. 4-6

4. Diskussion

Die Untersuchungen zeigen eindeutig, daß Kyphosierung immer einen Volumenzuwachs, Lordosierung dagegen immer eine Volumenabnahme im Lendenwirbelkanal hervorrufen.

Dies stützt auch die Beobachtung, daß Patienten mit Wirbelkanalstenose oftmals Kyphosehaltung (Stoop-Test) annehmen. Dadurch wird ein Volumengewinn verursacht und die betroffenen Strukturen geschont. Dagegen kann durch Lordosierung eine Zunahme der Schmerzsymptomatik verursacht werden, das sich durch die Abnahme des Wirbelkanalvolumens erklären läßt (vgl. DYCK 1977).

Dieses wichtige diagnostische Zeichen kann einmal bei Bandscheibenprolaps fehlen, da bei Kyphosierung der prolabierte Anteil weiter in den Wirbelkanal gepreßt würde, zum anderen, wenn die Ursache der Stenose nicht im Wirbelkanal oder in damit direkt in Verbindung stehenden Räumen, sondern weit im recessus oder lateral davon liegt.

Die Ergebnisse von Präparat Nr. 5, das dem weiblichen Geschlecht zuzuordnen ist und das größte Volumen aufweist, decken sich mit den Beobachtungen von Porter (1980), der den weiblichen Kanal als größerlumig beschrieb. Dies mag ein Grund dafür sein, daß die Wirbelkanalstenose als typische Männerkrankheit anzusehen ist (ROBERSON 1973 und PAINE 1976), da der männliche Kanal kleinlumiger zu sein scheint und damit eher zur Stenose prädestiniert ist.

Des weiteren wird mit dieser Untersuchung belegt, daß das Hamburger Flektionskorsett einen volumengewinnenden Effekt auf den Wirbelkanal ausübt und damit eine sinnvolle Unterstützung bei der Therapie der Wirbelkanalstenose darstellt.

Nach Beobachtungen von White und Panjabi (1978) zeigt das Segment L_5-S_1 die höchste Beweglichkeit, wobei die Segmente nach cranial hin kontinuierlich unbeweglicher werden.

Die hohe Beweglichkeit des Segmentes L_5-S_1 erklärt, warum bei Kyphosierung und Lordosierung dort auch die stärksten Volumenveränderungen beobachtet werden können.

Nach cranial hin nimmt parallel zur Beweglichkeit auch die Volumenveränderung kontinuierlich ab. Damit läßt sich eine wichtige Aussage treffen: Die segmentale Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule korreliert mit der segmentalen Volumenveränderung im Lendenwirbelkanal.

Bewegungssegment	Verteilung	Durchschnitt
L_1-L_2	9-16°	12°
L_2-L_3	11-18°	14°
L_3-L_4	12-18°	15°
L_4-L_5	14-21°	17°
L_5-S_1	18-22°	20°

Tabelle 2: Beweglichkeit der Segmente im Lumbalbereich bei maximaler Flektion/Extension

In letzter Zeit beschrieben verschiedene Autoren (HARRINGTON und TULLOS 1971, MICHEL 1971, VIDAL 1973 und 1981, MORSCHER 1975, RIGAUL 1976) den Gebrauch von Harrington-Stäben zur Stabilisierung der Wirbelsäule (Instabilität, Frakturen, Spondylolisthese) im Rahmen von Fusionsoperationen. Zielke versteht darunter eine zusätzliche Dekompression der Nervenwurzeln im Wurzelkanal.

Bei diesem operativen Vorgehen fanden wir einen Volumengewinn im Wirbelkanal, der aus den unteren Segmenten herrührte, vor allem wieder aus dem Segment L_5-S_1 (s.Abb. 25) und damit auch zur Entlastung der Strukturen im Wirbelkanal führt.

5. Zusammenfassung

An 6 Lendenwirbelsäulen wurden mit Hilfe eines Ballons Volumenveränderungen des Wirbelkanals bei segmental-aufgegliederten Bewegungen gemessen.

Außerdem wurde an einer Lendenwirbelsäule die Wirkung auf das Wirbelkanalvolumen bei Distraktion mittels Harrington-Stäben gemessen.

3 Lendenwirbelsäulen wurden in 4 jeweils 4 cm lange Stücke unterteilt, die Kanäle ausgegossen und die Ausgüsse volumenmäßig dargestellt.

Dadurch ließ sich feststellen:

Kyphosierung verursacht einen Volumengewinn im Lendenwirbelkanal, das Hamburger Flektionskorsett hat dadurch sicherlich einen therapeutischen Effekt bei der Wirbelkanalstenose.

Lordosierung hat einen volumenvermindernden Effekt auf den Lendenwirbelkanal, erhöht dadurch die Schmerzsymptomatik und kann damit als klinisches Zeichen bei der Diagnose benutzt werden.

Die stärksten Volumenveränderungen kommen aus dem Segment L_5-S_1 und nehmen nach cranial hin ab, genauso wie die Beweglichkeit der Segmente nach cranial hin abnimmt.

Die Distraktion mittels Harrington-Stäben verursacht einen Volumengewinn im Lendenwirbelkanal.

Bei den Ausgüssen des Lendenwirbelkanals zeigen sich die größten interindividuellen Varianten im caudalen Viertel. Der weibliche Kanal weist ein größeres Volumen auf.

6. Literaturverzeichnis

Alexander, E.	Significance of the small lumbar spinal canal: cauda equina compression due to spondylosis. Part 5: Achondroplasie J. Neurosurg. 31 (1969) 513
Arnoldi, C.C.	Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes Clin. Orthop. 115 (1976) 4
Benini, A.	Ischias und Caudasyndrom durch Stenose des Wirbelkanals und Enge des Recessus lateralis Med. Mschr. 31. Jahrg., Heft 11 (1977) 519
Cauchoix, J.	Degenerative spondylolisthesis (1978)
Ehni, G.	Effects of certain degenerative diseases of the spine, especially spondylosis and disk protrusion Mayo Clinic Proc., Vol. 50 (1975) 327
Eisenstein, S.	Measurements of lumbar spinal canal in racial groups. Clinic. Orthop. 115 (1976) 42
Eisenstein, S.	The morphometry and pathological anatomy of the lumbar spine in South African negroes and caucasoids with specific reference to spinal stenosis. J. bone joint surg. Vol. 59-B (1977) 173
Eisenstein, S.	The trefoil configuration of the lumbar vertebral canal. J. bone joint surg. Vol. 62-B (1980) 73
Epstein, B. Epstein, J. Lavine, L.	Nerve root compression associated with narrowing of the lumbar spinal canal. J. Neurology, Neurosurg., Psych. No. 25 (1962) 165
Epstein, B. Epstein, J. Jones, M.D.	Lumbar spinal stenosis. Radiol. Clin. North Amer. 15 (1977) 227

Farfan, H.F.
Sullivan, J.D.
The relation of facet orientat
to intervertebral disk failure
Canadian J. Surg.
Vol. 10 (1967) 179

Hafferl, A.
Lehrbuch der Topographischen
Anatomie.
Berlin, Heidelberg 3 1969

Huizinga, J.
Heiden v.d., J.A.
Vinken, P.J.J.G.
The human vertebral canal:
a biometric study.
Proc. Kon. Nederland. Akademie
van Waterschappen 55 (1952) 22

Jonck, L.M.
The mechanical disturbances
resulting from lumbar disk spa
narrowing.
J. bone joint surg.
Vol. 43-B (1961) 362

Jones, R.A.C.
Thomson, J.L.G.
The narrow lumbar canal.
J. bone joint surg.
Vol. 50.B (1968) 595

Kirkaldy-Willis, W.H.
Paine, K.W.E.
Cauchoix, J.
McIvor, G.
Lumbar spinal stenosis.
Clin. Orthop. 99 (1974) 30

Naylor, A.
Factors in the development of
the spinal stenosis syndrome.
J. bone joint surg.
Vol. 61-B (1979) 306

Newman, P.H.
Stenosis of the lumbar spine
in spondylolisthesis.
Clin. Orthop. 115 (1976) 116

Paine, K.W.E.
Clinical features of lumbar
stenosis.
Clin. Orthop. 115 (1976) 77

Parker, H.
Adson, A.
Compression of the spinal cord
and its roots by hypertrophic
osteoarthritis.
Surg., Gyn. and Obst. Vol. XII
(1925)

Pennal, G.F.
et al.
Motion studies of the lumbar s
J. bone joint surg.
Vol. 54-B (1972) 442

Porter, R.W.	Backache and the lumbar spine. Spine Vol. 5 (1980) 99
Roberson, G.H. et al.	The narrow lumbar spinal canal syndrome. Radiology 107 (1973) 89
Schatzker, J.	Spinal stenosis, a cause of cauda equina compression. J. bone joint surg. Vol. 50-B (1968) 606
Schröder, S.	Die lumbale Spinalstenose. Z. f. Orthop. 120 (1982) 134
Sibrandij, S.	A new technique for the reduction and stabilisation of severe spondylolisthesis. J. bone joint surg. Vol. 63-B (1981) 266
Slager, U.T.	Arachnoiditis ossificans. Archieves of pathology Vol. 70 (1960) 60
Spurling, R.G. et al.	Hypertrophy of the ligamenta flava as a cause of low back pain. J. of Amer. Med. Add. (1937) 928
Tile, M. et al.	Spinal stenosis. Results of treatment. Clin. Orthop. 115 (1976) 104
Töndury, G.	Angewandte und topographische Anatomie. Stuttgart 1970
Verbiest, H.	Fallacies of the present definition, nomenclature, and classification of the stenosis of the lumbar vertebral canal. Spine, Vol. 1 (1976) 217
Verbiest, H.	Further experiences on the pathological influence of a developmental narrowness of the bony lumbar vertebral canal. J. bone joint surg. Vol. 37-B (1955) 576
Walker, N. Langlotz, M. Meyer, M.	Klin. Zeichen des engen lumbalen Spinalkanals. Z. Orthop. 115 (1977) 47

Watanabe, R.
Akahoshi, Y.
Postoperative Wirbelkanalstenos
Z. Orthop. 115 (1977) 386

White, A.
Panjabi, M
Clinical Biomechanics of the sp
Toronto, Philadelphia (1978) 79

Wilson, C.B.
Neurogenic claudicatio.
aus: Weinstein, P.R.
Lumbar spondylosis,
Year book med. publ. (1977) 124

Wilson, C.B.
Significance of the small
lumbar canal.
J. Neurosurg. Vol. 31 (1969) 49

Wiltse, L.L.
et al.
The treatment of spinal stenosi
Clin. Orthop. 115 (1976) 83

An dieser Stelle möchte ich mich besonders bei Herrn Professor Dr. K.P. Schulitz für die Überlassung des Themas bedanken.

Außerdem gilt mein Dank Herrn Priv. Doz. Dr. Hille und Herrn Dr. Atassi für ihre Hilfen und Anregungen bei der Erstellung dieser Arbeit.

Ferner möchte ich mich bei Frau Kochbeck und Herrn Lorenz für die graphische Hilfe bedanken.

Ganz besonders hervorheben möchte ich die Hilfsbereitschaft meiner Freundin Christa Willner, die mich bei der Abfassung dieser Arbeit äußerst unterstützte.

Lebenslauf

Am 23.10.1955 wurde ich als 5.Kind der Eheleute Gerhard und Therese Wehling in Köln geboren.

Von 1962 bis 1965 besuchte ich die katholische Grundschule in Leverkusen und anschließend das Freiherr-vom-Stein Gymnasium in Leverkusen und die Landrat-Lukas Schule in Opladen. Dort legte ich im Juni 1975 die Reifeprüfung ab.

Nach Ableistung meines Zivildienstes im Altersheim Leverkusen-Küppersteg begann ich im SS 1977 mein vorklinisches Studium an der Universität Köln.

Ab dem WS 1979/80 absolvierte ich mein klinisches Studium an der Universität Düsseldorf.
Als Stipendiat ging ich im Sommer 1981 für ein Jahr an die Faculté de Médicine de Montpellier nach Frankreich.

Im Herbst 1983 bestand ich den 3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung an der Universität Düsseldorf.

Zur Zeit arbeite ich als Assistenzarzt in der Chirurgischen Abteilung des St. Martinus Krankenhauses in Düsseldorf.

Düsseldorf, den 29. September 1984